Variation saisonnière de l'abondance du recrutement et de la distribution de taille chez les juvéniles de Mugilidae de la lagune de Merja Zerga (littoral atlantique, Maroc)

by

Hicham NOUIRI (1), Patrick BERREBI (2), Khadija LBADAOUI (1),
Aziz BENHOUSSA (1), Hassan JAZIRI (1) & Touria BENAZZOU (1)

RÉSUMÉ. - Le recrutement saisonnier, l'abondance relative, la distribution de taille et le taux relatif de recrutement des trois principales espèces de Mugilidae de la lagune de Merja Zerga (nord-ouest du Maroc) ont été suivis tout au long d'une année. Un échantillonnage mensuel a été effectué entre janvier et décembre 2005, en utilisant un filet dont la longueur est de 10 m et la largeur de 6 m. Les juvéniles des espèces retrouvées sont essentiellement *Liza aurata*, *L. ramada*, et *Chelon labrosus*. La première espèce à recruter dans la lagune est *L. aurata* en décembre, suivie de *C. labrosus* en février et de *L. ramada* en mai. On remarque l'absence des juvéniles de *Mugil cephalus* et de *L. saliens* dans notre échantillonnage alors que la lagune abrite des adultes. *L. aurata* présente une abondance et un taux de recrutement élevés par rapport aux autres espèces. La période de reproduction de *L. aurata* irait de novembre à mi-janvier, celles de *C. labrosus* et de *L. ramada* de décembre à février.

ABSTRACT. - Seasonal variations of abundance and size of recruits of Mugilidae in the coastal lagoon of Merja Zerga (Atlantic coast of Morocco).

The seasonal occurrence, relative abundance and recruitment rate of mullet juveniles were studied in the Merja Zerga coastal lagoon (Northern Morocco, Atlantic coast) from January to December 2005. The engine used for sampling was a 10 m length and 6 m wide fixed net, locally named 'zouada'. Used in deep channels with successively 15 mm, 6 mm and 4 mm mesh, it occupies all the water column of the channel. The net is left approximately two hours before being removed. The process is repeated several times per month according to the number of juveniles caught. The period of first appearance of mullets in the lagoon of Merja Zerga was similar with what was observed in the Mediterranean coast (Albertini-Berhaut, 1975; Koutrakis *et al*., 1994; Rossi, 1986). *Liza aurata* enters in the lagoon in December; this appearance at the beginning of winter suggests that *L. aurata* does not require an adaptation to low salinity, in spite of its preference for salted waters (Farrugio, 1975). The date of *L. aurata* recruitment suggests that the spawning period spends from November to mid-January. In the lagoon of Merja Zerga, the recruitment of *L. ramada* occurs between August and May, a period characterised by an increase in salinity. The period of reproduction could thus occur between December and February. The first juveniles of *Chelon labrosus* appeared in February, suggesting a reproduction period between December and February. Juveniles of *Mugil cephalus* missed in our sampling, confirming the work by Ameur (1994), but adults where present in the lagoon. Similarly, *L. saliens* is regularly fished as adults, but was absent at the juvenile stage in our sampling, with the exception of only one individual found in February. Our results show that *Chelon labrosus*, *Liza aurata* and *L. ramada* do not confirm their salinity preferences, as described in the literature. Salinity thus cannot explain recruitment chronology. Indeed, *Chelon labrosus* and *L. aurata* prefer salted waters, but their recruitment was associated with a decrease in salinity. *L. ramada* prefers fresh- or desalted waters (De Angelis, 1967; Lasserre and Gallis, 1975; Ben Yami, 1981; Rossi, 1981), but its recruitment in the lagoon of Merja Zerga occurred at a period characterised by an increase of salinity. However, this recruitment remains always lower than observed in seawaters. Thus, this species most likely enters into the lagoon before moving quickly towards freshwaters. *M. cephalus* and *L. saliens* prefer salted waters in which they found the best living conditions (De Angelis, 1967). The absence of juveniles of these two species in our station can be explained by the low salinity of the lagoonal waters. Various ecological factors can attract juveniles in the lagoons (Blaber, 1987): change of the temperature and salinity, tide and nutrients abundance. In this work, salinity data cannot clearly explain recruitment dates. However, an adaptive strategy limiting interspecific competition can be proposed. The chronology of appearance of juveniles allowed us to deduce the reproduction period of each species. Even if that requires to be validated by otoliths or gonad examination, the period of reproduction of *L. aurata* could likely be from November to mid-January, and those of *C. labrosus* and *L. ramada* between December and February.

Key words. - Mugilidae - Maroc - Merja Zerga lagoon - Migration - Recruitment.

Les Mugilidés se rencontrent dans toutes les mers tropicales et tempérées ; ce sont des espèces plus ou moins euryhalines fréquentant surtout les milieux côtiers sableux et vaseux de faible profondeur. Elles sont capables, pour la plupart, de pénétrer en eau saumâtre et douce, certaines espèces se rencontrent même uniquement en eau douce ou en estu-

(1) Laboratoire de Zoologie, Département de biologie, Faculté des sciences, BP 1014, Avenue Ibn Battota, Agdal, 10106 Rabat, MAROC. [nouiri_hicham@hotmail.com].

(2) Institut des Sciences de l'Évolution, UMR CNRS/UM2 5554, Université Montpellier II, cc 065, Place E. Bataillon, 34095 Montpellier CEDEX 05, FRANCE.

aire (Keith et Allardi, 2001). Les Mugilidés sont subdivisés en 17 genres avec plus de 60 espèces (Nelson, 1994).

Dans la lagune de Merja Zerga sur le littoral nord atlantique marocain, cinq espèces de muges vivent à l'état adulte : *Chelon labrosus*, *Liza ramada*, *L. aurata*, *L. saliens* et *Mugil cephalus*. Cette dernière espèce est cosmopolite, tandis que les quatre autres se répartissent dans la région méditerranéenne, l'est de l'Atlantique et l'océan Pacifique (Thomson, 1963). La majorité de ces espèces sont côtières et se reproduisent au niveau de la zone littorale marine, sur une période très étalée qui varie en fonction des espèces et des latitudes (Whitehead *et al.*, 1984-1986 ; Swift, 1985). Les larves et les alevins colonisent les zones littorales. Les lagunes côtières sont considérées par plusieurs auteurs comme des zones de nourricerie des juvéniles (Chin-Wei *et al.*, 2001 ; McDonough et Wenner, 2003 ; Perez-Ruzafa *et al.*, 2004). Roule (1926) et Bruslé (1981) ont appelé ce mouvement "appel" tandis que Thomson (1966) l'a désigné sous le nom de "migration tropicale". La date d'apparition des juvéniles de chacune des espèces dans la lagune est un indicateur important de la période de migration. Les muges peuvent passer la majeure partie de leur vie dans des étendues d'eaux littorales, lacs ou lagunes, qui communiquent avec la mer. Cependant, leur ponte s'effectue uniquement en milieu marin et l'on assiste chaque année, au moment où la maturation sexuelle des adultes s'achève, à d'importantes migrations thalassotoques précédant la reproduction en mer ; un grand nombre de jeunes immatures accompagnent les géniteurs dans ces déplacements. Après la ponte, ont lieu des migrations de recrutement, de sens opposé, de la mer vers la lagune (Bruslé, 1981 ; Cambrony, 1984 ; Perez-Ruzafa *et al.*, 2004).

En général, les pêcheries installées dans les passages entre la lagune et la mer empêchent le déroulement complet des migrations de pré- et postponte, seuls certains adultes vivant constamment en mer parviennent à pondre sans entrave et leur progéniture assure le réempoissonnement régulier en stade larvaire ou postlarvaire du milieu lagunaire.

Jusqu'à ce jour, très peu de travaux ont été consacrés aux muges du Maroc (Ameur, 1994 ; El Hafidi, 1994). La connaissance précise du recrutement saisonnier et de l'abondance de chaque espèce dans la lagune, contribue à la gestion du stock halieutique, et la détermination des périodes de reproduction serait d'une grande importance pour l'aquaculture. En effet, plusieurs pays ont pu produire le mulet en aquaculture et dans différents écosystèmes (estuaires, lagunes, eaux douces ou saumâtres) comme en Égypte (El Zarka *et al.*, 1970), aux Philippines, en Chine, à Hong-Kong, en Inde, et en Afrique du Sud (Ben Yami, 1981). En Méditerranée, plusieurs travaux concernant la migration des muges ont été réalisés en France (Albertini-Berhaut 1975, 1978, 1980 ; Cambrony, 1984) et en Tunisie (Farrugio, 1975 ; Vidy et Franc, 1992).

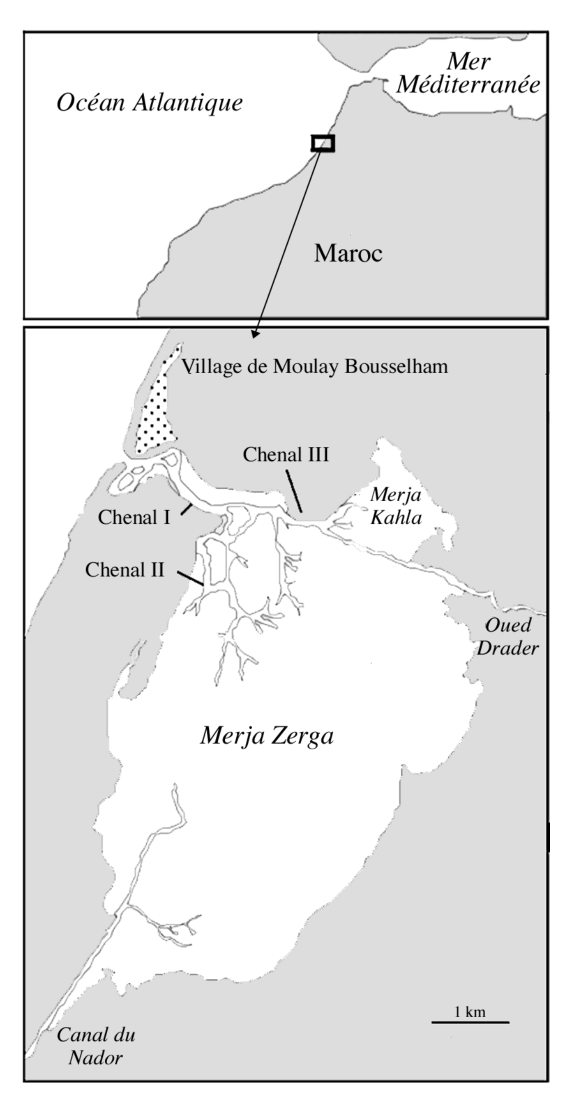


Figure 1. - Topographie de la lagune de Merja Zerga, au NE du Maroc. *[Topography of the lagoon of Merja Zerga, NE of Morocco.]*

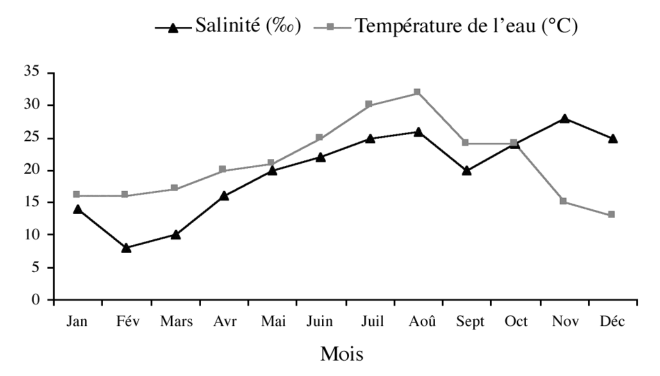


Figure 2. - Variations mensuelles de la salinité et de la température dans la lagune de Merja Zerga. *[Monthly variations of the salinity and temperature in the lagoon of Merja Zerga.]*

Dans la présente étude, nous nous proposons d'étudier les migrations de recrutement des trois principales espèces de muges : *C. labrosus*, *L. aurata* et *L. ramada* dans la lagune marocaine de Merja Zerga en enregistrant les paramètres de taille, l'abondance des alevins entrant, la salinité, et la température du milieu sur un cycle annuel.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Milieu d'étude

L'étude a été réalisée dans la lagune de Merja Zerga située sur la côte atlantique marocaine, à environ 120 km au nord de Rabat. Le climat dans cette région est de type méditerranéen à influence atlantique. Le régime hydrologique du site est sous la double influence océanique et continentale. En effet, la lagune de Merja Zerga reçoit les eaux douces par le canal de Nador au sud et par l'oued Drader à l'est. De l'eau douce provient également d'une nappe phréatique de faible profondeur alimentée par l'infiltration des eaux de pluie et de ruissellement (Fig. 1). La communication avec la mer se fait par l'intermédiaire d'un goulet, dont la largeur peut atteindre une centaine de mètres, et qui a présenté une alternance d'ouvertures et de fermetures depuis 1928. Le suivi des températures mensuelles de l'air indique l'existence de deux saisons bien différenciées. La première, qualifiée de période chaude, s'étale du mois de mai au mois de septembre, durant laquelle des températures de l'ordre de 28 à 30°C ont été enregistrées en particulier durant les mois de juillet et d'août. La seconde, couvrant la période d'octobre à avril, est caractérisée par des températures plus fraîches dont les maxima n'excédent pas 19°C (Benhoussa, 2000).

La salinité dépend du flot (eau marine à marée montante) et du jusant (eau saumâtre sortante à marée descendante), du cycle annuel des marées, de l'apport d'eau douce et des facteurs climatiques. Il semble que durant une bonne partie de l'année, la salinité des eaux de la lagune soit largement influencée à marée haute par les eaux océaniques, alors qu'à marée basse, les apports d'eau douce de l'oued Drader et du canal de Nador diluent largement les eaux des secteurs amont du chenal principal et celle du chenal de l'oued Drader (Fig. 2).

Échantillonnage

Qu'il s'agisse de pêche lagunaire où côtière, dans la lagune de Merja Zerga les muges sont capturés par une gamme très étendue d'engins de pêche non spécifiques. Néanmoins, certaines techniques sélectionnent préférentiellement les Mugilidae. L'engin utilisé pour l'échantillonnage est un filet nommé localement "zouada". Cet engin a la particularité de ne pas se fixer à l'arrière. Il n'a pas non plus de poche communément appelée "cul", mais ses mailles se resserrent progressivement d'avant en arrière. Les mailles sont successivement de 15 mm, 6 mm et 4 mm. L'engin utilisé lors de notre échantillonnage présente une longueur de 10 m et une largeur de 6 m. La zouada est un engin fixe utilisé dans les chenaux profonds des zones vaseuses. Les deux bras du filet sont tenus de part et d'autre d'un chenal, il est tendu par l'action de la marée montante. Une rangée de lests en plomb le long de la partie basse de son ouverture, et des flotteurs disposés sur le côté opposé permettent de maintenir son ouverture béante. Le filet occupe donc toute la colonne d'eau. Les poissons en déplacement sont ainsi capturés. L'engin est laissé dans cette position pendant deux heures avant qu'il ne soit tiré progressivement par les pêcheurs. La manœuvre est répétée plusieurs fois par mois en fonction du nombre des juvéniles capturés. Seuls les individus de taille inférieure à 12 cm ont été pris en considéra-

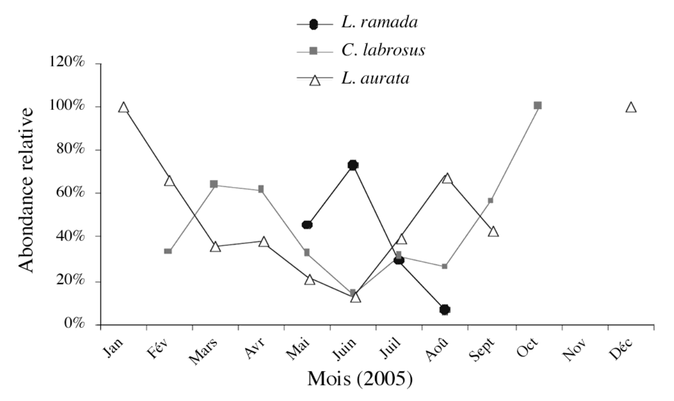


Figure 3. - Abondance relative des Mugilidae entre janvier et décembre 2005 dans la lagune de Merja Zerga. *[Relative abundance of the Mugilidae between January and December 2005 in the lagoon of Merja Zerga.]*

Tableau I. - Taille minimale et maximale, et longueur standard moyenne des Mugilidae entre janvier et décembre 2005 dans la lagune de Merja Zerga. *[Minimum and maximum sizes, and average standard length of the Mugilidae between January and December 2005 in the lagoon of Merja Zerga.]*

	Chelon labrosus			*Liza aurata*			*Liza ramada*		
Mois	Min	Max	LS moy	Min	Max	LS moy	Min	Max	LS moy
Jan.	-	-	-	3,0	5,0	3,7	-	-	-
Fév.	3,0	6,0	4,0	3,0	6,5	4,0	-	-	-
Mars	3,2	6,0	3,8	3,2	6,5	4,5	-	-	-
Avr.	3,1	6,0	4,2	3,0	6,0	4,9	-	-	-
Mai	3,7	6,1	4,7	5,0	8,0	6,4	9,0	12,0	9,9
Juin	5,5	6,0	5,6	6,0	10,5	8,7	9,0	11,0	10,2
Juil.	5,0	7,0	5,7	5,0	11,2	9,7	9,0	11,5	10,4
Août	5,2	7,0	5,8	6,8	11,5	10,3	10,0	11,5	10,8
Sep.	5,0	7,5	6,1	9,8	11,5	10,7	-	-	-
Oct.	5,0	7,5	6,1	-	-	-	-	-	-
Nov.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Déc.	-	-	-	2,9	4,8	3,6	-	-	-

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Chelon labrosus	-	37	76	29	18	11	29	21	27	46	-	-
Liza aurata	36	75	43	18	12	10	37	55	21	-	-	24
Liza ramada	-	-	-	-	25	57	27	5	-	-	-	-

Tableau II. - Taux de recrutement mensuel des juvéniles des muges par unité d'effort (ind./28m^2/2 h). *[Monthly recruitment rate of grey mullet juveniles per unit of effort (ind./28m^2/2 h).]*

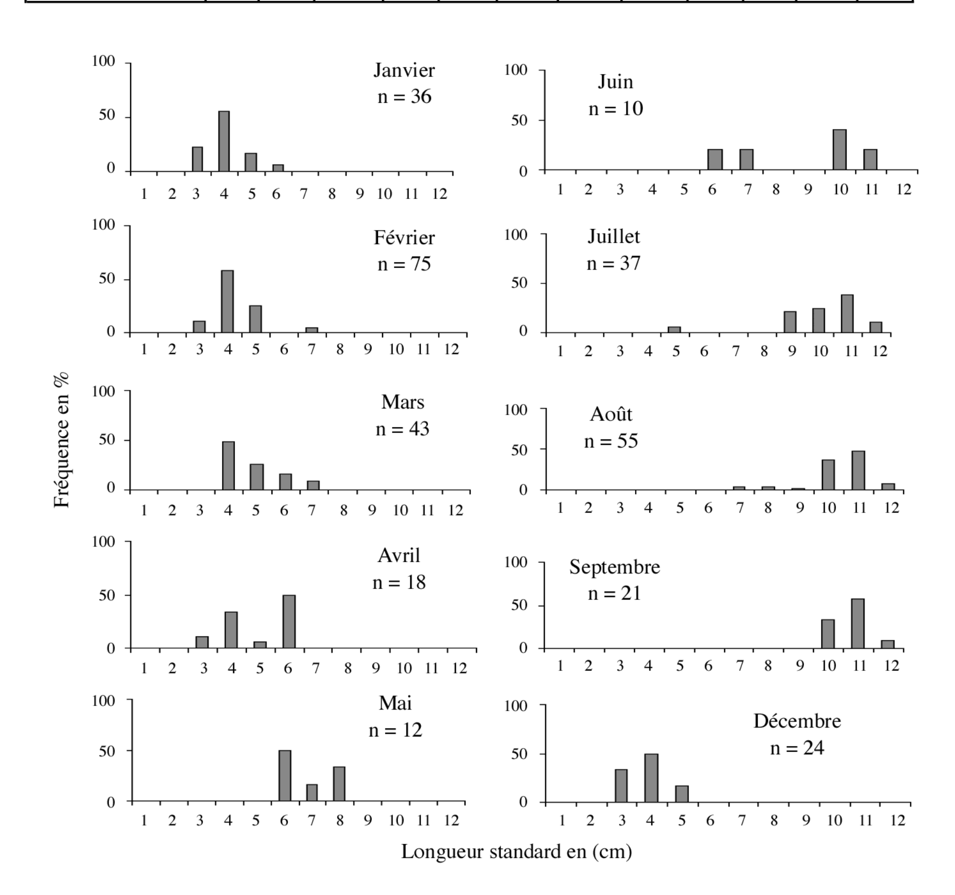


Figure 4. - Histogramme des tailles de *Liza aurata* entre janvier et décembre 2005 dans la lagune de Merja Zerga. *[Histogram of sizes of* Liza aurata *between January and December 2005 in the lagoon of Merja Zerga.]*

tion, les poissons de tailles supérieures étant trop mal échantillonnés. L'identification des individus est fondée sur le nombre et la forme des cœca pyloriques ; les spécimens de petite taille dont la diagnose restait douteuse ont été analysés par allozymes (données non publiées). L'abondance relative est définie par le pourcentage des juvéniles de chaque espèce de Mugilidae par rapport au total de tous les individus des différentes espèces de muges capturées à une date donnée. Le taux de recrutement est le nombre d'individus de chaque espèce qui migre vers la lagune par unité d'effort. L'unité d'effort est définie par la surface couverte par le filet de pêche (ici 28 m^2) et par le temps de pêche (ici 2 h).

RÉSULTATS

Durant 12 mois d'échantillonnage, un total de 1478 juvéniles de muges a été collecté par la zouada dans le chenal de la lagune de Merja Zerga dont 662 individus de *Liza aurata*, 228 de *L. ramada*, et 588 de *Chelon labrosus*. L'abondance relative change en fonction des mois. *C. labrosus* est l'espèce la plus abondante pendant les mois de mars, avril, septembre et octobre ; *L. aurata* est la plus abondante aux mois de janvier, février, juillet, août et décembre. *L. ramada* est abondante pendant les mois de mai et juin (Fig. 3).

L. aurata est l'espèce globalement dominante, on observe sa présence sur 10 mois ; elle est aussi la plus abondante : 44,7% du total des captures des Mugilidae. Les plus petits spécimens font leur première apparition au mois de décembre (2,9 à 4,8 cm) (Tab. I). L'abondance la plus élevée a été enregistrée en février avec 75 individus par unité d'effort (Tab. II), et les individus capturés étaient de taille comprise entre 3 et 6,5 cm. Les plus petits spécimens de *L. aurata*, de 3 cm environ, continuent de rentrer dans la lagune jusqu'au mois d'avril. À partir de mai, on enregistre une augmentation dans la taille moyenne des juvéniles entrant capturés (entre 5 et 8 cm) avec un taux de recrutement qui varie entre 10 en juin et 55 en août. Puis on constate la disparition totale de *L. aurata* lors des mois d'octobre et de novembre (Fig. 4).

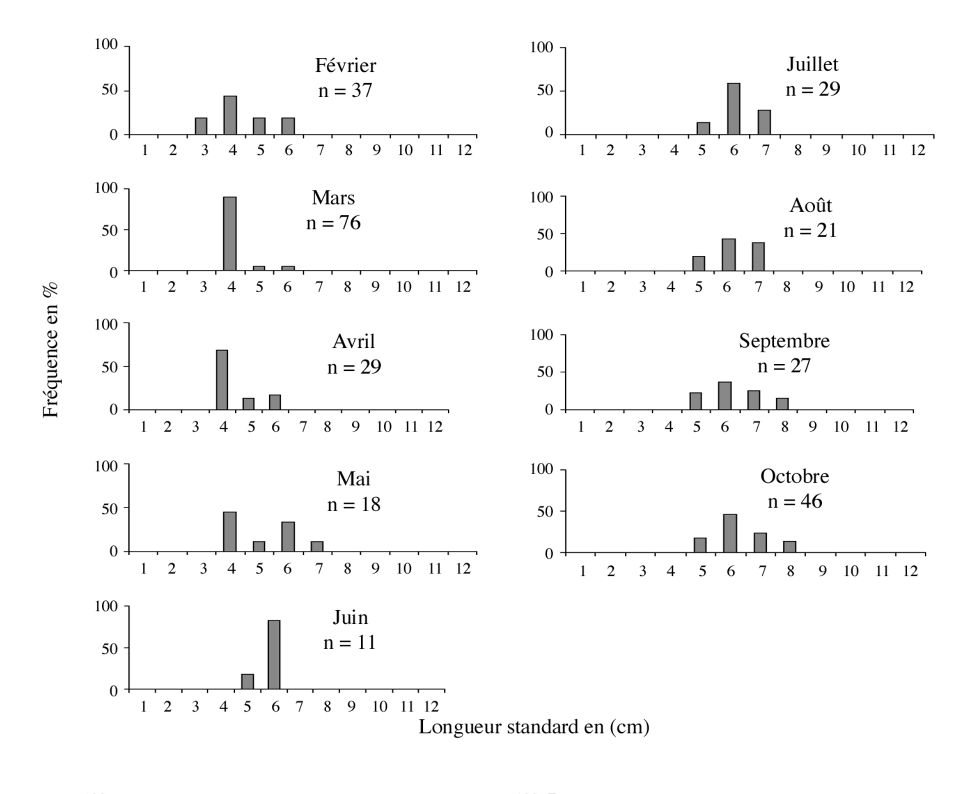


Figure 5. - Histogramme des tailles de *Chelon labrosus* entre janvier et décembre 2005 dans la lagune de Merja Zerga. *[Histogram of sizes of* Chelon labrosus *between January and December 2005 in the lagoon of Merja Zerga.]*

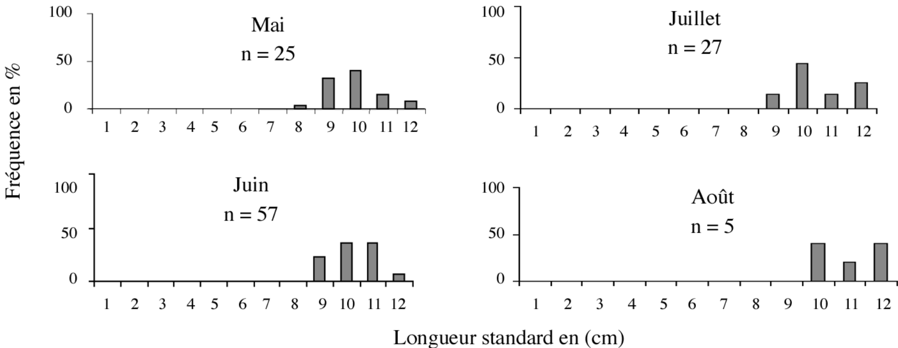


Figure 6. - Histogramme des tailles de *Liza ramada* entre janvier et décembre 2005 dans la lagune de Merja Zerga. *[Histogram of sizes of* Liza ramada *between January and December 2005 in the lagoon of Merja Zerga.]*

C. labrosus montre une abondance relative de 39,7%, le taux de recrutement le plus élevé est enregistré au mois de mars (75 individus par unité d'effort), et les individus capturés étaient de taille comprise entre 3,2 et 6 cm (Fig. 5, Tab. I). La première apparition des juvéniles a eu lieu en février et leur taille était de 3 cm, avec un taux de recrutement de 37 ; la capture des juvéniles continue dans la lagune jusqu'au mois d'octobre avec un taux de recrutement qui varie entre 11 (en juin) et 46 (en octobre) (Tab. II).

La première apparition des alevins de *L. ramada* est enregistrée en mai, avec un taux de recrutement de 25 (spécimens par unité d'effort) et une taille comprise entre 7 et 12 cm (Tab. I); l'abondance relative de *L. ramada* est de 15,4% et sa présence lors de notre échantillonnage s'étale uniquement sur 4 mois de l'année, de mai à août avec un taux de recrutement maximal de 57 spécimens par unité d'effort en juin (Fig. 6, Tab. II).

On enregistre l'absence totale des alevins de *M. cephalus* bien que ce soit l'espèce la plus abondante à l'état adulte dans la lagune (Ameur, 1994). *L. saliens* est régulièrement pêchée à l'état adulte, mais absente à l'état juvénile dans notre échantillonnage, à l'exception d'un seul individu capturé en février.

La salinité de la lagune de Merja Zerga à marée haute est sensiblement la même dans les principaux chenaux, alors qu'a marée basse une large variation temporelle de ce paramètre a été observée (Fig. 2).

DISCUSSION

La période de première apparition des juvéniles de muges dans la lagune de Merja Zerga est presque semblable à celle de la côte méditerranéenne (Albertini-Berhaut, 1975 ;

Rossi, 1986 ; Koutrakis *et al*., 1994) avec parfois des différences de l'ordre de 1 ou 2 mois.

Liza aurata montre une abondance importante par rapport à *L. ramada* et *Chelon labrosus*, mais est absente uniquement aux mois d'octobre et de novembre. À partir du mois de mai, on observe une augmentation dans la taille moyenne des juvéniles de *L. aurata* (entre 5 et 8 cm). Koutrakis *et al.* (1994) ont noté l'apparition de *L. aurata* en novembre sur les côtes de Grèce. En France, Albertini-Berhaut (1975) a enregistré, lors de son travail en mer, la première apparition des juvéniles en mai, et Cambrony (1984) l'observe en novembre et avec une forte abondance en mai dans les étangs littoraux du sud de la France. L'apparition des juvéniles en début d'hiver montre que *L. aurata* ne nécessite pas d'adaptation pour accéder à des milieux à faible salinité malgré sa préférence pour les eaux salées (Farrugio, 1975). La forte abondance de *L. aurata* s'associe avec le réchauffement de l'eau de la lagune, cette opinion est partagée avec Cambrony (1984). Le recrutement de *L. aurata* suggère un début de ponte en novembre et la fin à mi-janvier.

L'apparition de *L. ramada* dans la lagune de Merja Zerga se fait en mai avec des tailles plus importantes que celles de *L. aurata* et *C. labrosus*. En Méditerranée, elle se fait en fin d'hiver, et son abondance augmente au printemps (Koutrakis *et al.*, 1994). On remarque une augmentation progressive de la taille des juvéniles dans le temps ; cependant des auteurs ont trouvé des individus avec des tailles importantes uniquement au printemps (Italie : Torricelli *et al.*, 1982 ; Chessa *et al.*, 1988 ; Grèce : Katselis *et al.*, 1993). Vue la taille importante des juvéniles de *L. ramada* capturés, il est difficile de déterminer avec précision la période de reproduction. L'âge des premiers juvéniles recrutés est de 4 à 6 mois, ce qui nous donne une période de reproduction entre décembre et février. Pour De Angelis (1967), *L. ramada* préfère la vie dulçaquicole. Faouzi (1938) a donné un intervalle de tolérance de salinité de 5 à 40‰. Dans notre étude le recrutement se fait pendant une période de salinité et de température élevées (Fig. 2).

La première apparition des juvéniles de *C. labrosus* se fait en février dans la lagune de Merja Zerga, alors que sur les côtes méditerranéennes elle se fait entre mars et avril (Koutrakis *et al.*, 1994). Selon certains auteurs, la reproduction de *C. labrosus* se déroule entre janvier et février (Heldt, 1948), en décembre et janvier (Bruslé et Bruslé, 1977), et dans la présente étude, elle pourrait se faire entre décembre et février. *C. labrosus* se rencontre peu fréquemment en eau douce tout en étant capable de s'y acclimater facilement (Farrugio, 1975). La faible salinité de Merja Zerga lui offre des conditions tout à fait acceptables presque toute l'année (Fig. 2).

Liza saliens est presque totalement absent de notre échantillonnage, excepté un individu récolté au mois de février. *M. cephalus* est absent de notre échantillonnage à l'état juvénile, ce qui confirme les travaux d'Ameur (1994) qui n'a pu capturer que des spécimens de *M. cephalus* de taille supérieure à 13 cm dans la lagune de Merja Zerga. Cette espèce est fortement euryhaline (4 à 40‰) et manifeste une préférence pour les eaux très salées dans lesquelles elle semble trouver les meilleures conditions de vie (Faouzi, 1938). *L. saliens* montre aussi une préférence pour les eaux salées (Farrugio, 1975). L'absence de *M. cephalus* et *L. saliens* dans la lagune peut être expliquée par les eaux de faible salinité de notre station. L'absence de ces deux espèces peut s'expliquer aussi par un renouvellement de la population lagunaire qui se ferait par des individus de taille supérieure à 12 cm.

La lagune de Merja Zerga présente des conditions favorables en terme de salinité pour les juvéniles de *L. ramada*, bien que leur abondance soit moins importante que celle des juvéniles de *L. aurata* et *C. labrosus*. On constate aussi une absence totale d'individus de taille inférieure à 8 cm. Ceci peut être la conséquence d'une stratégie d'évitement de compétition interspécifique. En effet, l'abondance maximale de *L. ramada* est observée pendant une période de faible abondance pour *C. labrosus* et *L. aurata* (Fig. 3).

CONCLUSION

La confrontation des données de salinité et de recrutement des trois principales espèces de muges (*Chelon labrosus*, *Liza aurata* et *L. ramada*) ne permet pas d'expliquer parfaitement leur chronologie de recrutement et de vérifier les préférences de chacune d'elles. En effet, *C. labrosus* et *L. aurata* manifestent une préférence pour les eaux salées (Farrugio, 1975), alors que dans notre étude le recrutement est associé à une baisse de salinité. *L. ramada* montre une préférence pour les eaux de faible salinité (De Angelis, 1967 ; Lasserre et Gallis, 1975 ; Ben Yami, 1981 ; Rossi, 1981) mais son recrutement dans la lagune de Merja Zerga se fait pendant une période de l'année où la salinité augmente, tout en restant faible par rapport à l'eau de mer. On peut en déduire logiquement que cette espèce rentre dans la lagune, mais y passe peu de temps, puis rapidement elle se déplace vers les eaux douces.

Différents facteurs écologiques peuvent attirer les juvéniles dans les lagunes (Blaber, 1987) : le changement de la température et de la salinité, la marée et l'abondance des nutriments. Dans le présent travail, le suivi de la salinité n'a pas permis d'expliquer clairement les dates de recrutement, cependant une stratégie adaptative d'évitement de compétition interspécifique peut en être l'explication.

Il est possible de calculer la période de reproduction de chaque espèce ; elle pourrait débuter de 1 ou 1,5 mois avant la première apparition des juvéniles (17 mm de taille) sur la côte, et se terminerait 1 ou 1,5 mois avant la dernière appari-

tion des juvéniles (Faouzi, 1938 ; Anderson 1958). En se fondant sur nos données de recrutement, les périodes de reproduction peuvent être estimées, même si cela nécessiterait une validation par l'analyse des otolithes ou l'examen des gonades. Ainsi la période de reproduction de *L. aurata* irait de novembre à mi-janvier, celles de *L. ramada* et de *C. labrosus* de décembre à février.

RÉFÉRENCES

ALBERTINI-BERHAUT J., 1975. - Biologie des stades juvéniles de téléostéens Mugilidae *Mugil auratus* Risso 1810, *Mugil capito* Cuvier 1829 et *Mugil saliens* Risso 1810. III. Croissance linéaire et pondérale de *Mugil capito* dans le golfe de Marseille. *Aquaculture*, 5: 179-197.

ALBERTINI-BERHAUT J., 1978. - Croissance linéaire et pondérale de *Mugil auratus* dans le golfe de Marseille comparée à celle de *M. capito*. *Cybium*, 4: 51-60.

ALBERTINI-BERHAUT J., 1980. - Biologie des stades juvéniles de Mugilidae dans la région marseillaise. Croissance, régime alimentaire et activités enzymatiques digestives. Thèse, 156 p. Université d'Aix-Marseille II.

AMEUR B., 1994. - Aspects biologiques et dynamique de la population de *Mugil cephalus* de la lagune de Moulay Bousselham (Merja Zerga), Maroc. Doctorat de 3e cycle, 93 p. Université Mohammed V, Faculté des sciences, Rabat.

ANDERSON W.W., 1958. - Larval development, growth and spawning of striped mullet (*Mugil cephalus*) along the South Atlantic coast of the United States. *Fish. Bull. U.S.*, 58: 500-519.

BEN YAMI M., 1981. - Handling, transportation and stocking of fry. *In*: Aquaculture of Grey Mullets (Oren O.H., ed.), pp. 335-360. Cambridge: Cambridge Univ. Press.

BENHOUSSA A., 2000. - Caractérisation des habitats et microdistribution de l'avifaune de la zone humide de Merja Zerga (Maroc). Thèse de doctorat, 258 p. Université Mohammed V, Faculté des sciences, Rabat.

BLABER J.M.S., 1987. - Factors affecting recruitement and survival of mugilids in estuaries and coastal waters of southern Africa. *Am. Fish. Soc. Symp.*, 1: 507-518.

BRUSLÉ J. & S. BRUSLÉ, 1977. - Les muges de Tunisie : pêche lagunaire et biologie de la reproduction de trois espèces (*Mugil capito*, *Mugil cephalus* et *Mugil chelon*) des lacs d'Ichkeul et de Tunis. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 24: 101-130.

BRUSLÉ J., 1981. - Sexuality and biology of reproduction in grey mullets. *In*: Aquaculture of Grey Mullet (Oren O.H., ed.), pp. 94-154. Cambridge: Cambridge Univ. Press.

CAMBRONY M., 1984. - Identification et périodicité du recrutement des juvéniles de Mugilidae dans les étangs littoraux de Languedoc-Roussillon. *Vie Milieu*, 34: 221-227.

CHESSA L.A., CASU S., DELITALA G.M., VACCA R. A., CORSO G., PALAM M., LOGIOS S., PAIS A. & S. TOLA, 1988. - The Calich lagoon (NW Sardinia): General ecological observation and fry migration. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 31: 63-73.

CHIN-WEI C., WANN-NIAN T. & L. YING-CHOU, 2001. - Recruitment and hatching dates of grey mullet (*Mugil cephalus* L.) juvenile in the Tanshui Estuary of Northwest Taiwan. *Zool. Stud.*, 39: 99-106.

DE ANGELIS C.M., 1967. - Osservazioni sulle specie del genre *Mugil segnalate* lungo le coste del Mediterraneo. *Boll. Pesca, Piscic. Hidrob.*, 22: 5-36.

EL HAFIDI F., 1994. - Interactions hétérospécifiques en milieu laguno-côtier : biologie et écologie des parasites de *Mugil cephalus* dans la lagune de Moulay Bousselham (Maroc). Thèse de 3e cycle, 145 p. Université Mohammed V, Faculté des sciences, Rabat.

EL ZARKA S., EL MAGHRABY A.M. & K. ABDEL-HAMID, 1970. - Studies on the distribution, growth and abundance of migrating fry and juveniles of mullet in a brackish coastal lake (Edku) in the United Arab Republic. *Stud. Rev. Gen. Fish. Council Medit.*, FAO-GPM, 46: 1-19.

FAOUZI H., 1938. - Quelques aspects de la biologie des muges en Egypte. *Rapp. P.-V. Comm. Int. Mer Médit.*, 11: 63-68.

FARRUGIO H., 1975. - Les muges (poissons téléostéens) de Tunisie. Répartition et pêche. Contribution à leur étude systématique et biologique. Thèse de 3e cycle, 201 p. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier II.

HELDT H., 1948. - Contribution à l'étude de la biologie des muges des lacs tunisiens. *Bull. Stat. Océanogr. Salammbô*, 41: 1-35.

KATSELIS G., MINOS G., MARMARGAS A., HOTOS G. & I. ONDRIAS, 1993. - Seasonal distribution of Mugilidae fry and juveniles in Mesolonghi coastal waters. VIth International Congress Hellenic Zoological Society, April, 1993, Thessaloniki, Greece.

KEITH P. & J. ALLARDI, 2001. - Atlas des Poissons d'Eau douce de France. 387 p. Patrimoines Naturels, 47.

KOUTRAKIS E.T., SINIS A.I. & P.S. ECONOMIDIS, 1994. - Seasonal occurrence, abundance and size distribution of gray mullet fry (Pisces, Mugilidae) in the Porto-Lagos Lagoon and Lake Vistonis (Aegean Sea, Greece). *J. Aquacult.*, 46: 182-196.

LASSERRE P. & J.L. GALLIS, 1975. - Osmoregulation and differential penetration of two grey mullets, *Chelon labrosus* (Risso) and *Liza ramada* (Risso) in estuarine fish ponds. *Aquaculture*, 5: 323-344.

McDONOUGH C.J. & C.A. WENNER, 2003. - Growth, recruitment, and abundance of juvenile striped mullet (*Mugil cephalus*) in South Carolina estuaries. *Fish. Bull. US.*, 101: 343-357.

NELSON S.J., 1994 - Fishes of the World. 523 p. New York: Wiley and Sons, Inc.

PEREZ-RUZAFA A., QUISPE-BECERRA J.I., GARCIA-CHARTON J.A. & C. MARCOS, 2004. - Composition, structure and distribution of the ichthyoplankton in a Mediterranean coastal lagoon. *J. Fish Biol.*, 64: 202-218.

ROSSI R., 1981. - La pesca del pesce novella da semina nell'area meridionale del pesce novella da semina nell'area meridionale del delta del Po. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, 3: 23-26.

ROSSI R., 1986. - Occurrence, abundance and growth of fish fry in Scardovari Bay, a nursery ground of the Po River delta (Italy). *Arch. Oceanogr. Limnol.*, 20: 259-280.

ROULE L., 1926. - Les Poissons et le Monde vivant des Eaux. Vol. I, 355 p. Paris: Libraire Delagrave.

SWIFT D., 1985. - Aquaculture Training Manual. 136 p. Farnham, Surrey, England: Fishing News Books Ltd.

THOMSON J.M., 1963. - Synopsis of biological data on grey mullet (*Mugil cephalus* Linnaeus 1758). *Fisheries Synopsis*. Division of Fisheries and Oceanography. CSIRO, Australia, no. 1.

THOMSON J.M., 1966. - The grey mullet. *Oceanogr. Mar. Biol.*, 4: 301-335.

TORRICELLI P., TONGIORGI P. & P. ALMANSI, 1982. - Migration of grey mullet fry into the Arno River: Seasonal appearance, daily activity, and feeding rhythms. *Fish. Res.*, 1: 219-234.

VIDY G. & J. FRANC, 1992. - Saisons de présence à la côte des alevins de muges (Mugilidae) en Tunisie. *Cybium*, 16: 53-71.

WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.-L., HUREAU J.-C., NIELSEN J. & E. TORTONESE (eds), 1984-1986. - Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris, 3 vols, 1473 p.

Reçu le 23 novembre 2006.
Accepté pour publication le 22 mai 2007.